Palynologie du Selandien d'Oraas (Pyrénées-Atlantiques, France) : comparaison avec le microplancton du Danien-Selandien connu dans le monde

Carla CAVAGNETTO
Laboratoire des Paléoenvironnements et Palynologie,
UMR-CNRS 5554, université de Montpellier II,
F-34095 Montpellier cedex 05, (ISEM 96-012) (France)

Yvette TAMBAREAU
Laboratoire de Géologie structurale,
UA 1405, Université Paul-Sabatier,
38 rue des Trente-Six-Ponts, F-31400 Toulouse (France)

Cavagnetto C. & Tambareau Y. 1998. — Palynologie du Selandien d'Oraas (Pyrénées-Atlantiques, France) : comparaison avec le microplancton du Danien-Selandien connu dans le monde. *Geodiversitas* 20 (2) : 239-261.

RÉSUMÉ
Dans ce travail sont présentés les dinoflagellés, les grains de pollen et les spores trouvés à la partie sommitale des « Calcaires inférieurs » du Paléocène basal d'Oraas (Pyrénées-Atlantiques). Les assemblages, très diversifiés, nous ont livré soixante-dix espèces de dinoflagellés et cinquante-sept espèces de pollens et spores. La comparaison des dinoflagellés recensés avec les autres associations connues dans le monde nous a permis de confirmer l'âge selandien (D2 ou base de D3) de la partie supérieure des « Calcaires inférieurs ». En effet, nous avons reconnu *Alisocysta reticulata*, espèce limitée à la zone D2 (Costa & Manum 1988) et *Spinidinium densispinatum* débutant dans la zone D3 du Selandien selon Powell (1992). Des affinités ont été mises en évidence entre ce phytoplancton et celui d'Europe et d'Amérique du Nord.

MOTS CLÉS
dinoflagellés,
pollens,
Pyrénées-Atlantiques,
Danien-Selandien.

ABSTRACT

Palynology of the Selandian of Oraas (Pyrénées-Atlantiques, France): comparison with Danian-Selandian microplankton recorded in the world. An analysis of the dinoflagellates, pollen and spores occurring within the "*Calcaires inférieurs*" of the Lowermost Paleocene of Oraas (Pyrénées-Atlantiques) is carried out. The very diversified assemblages found at the top of the formation involve seventy species of dinoflagellates and fifty-seven species of pollen and spores. The comparison of these dinoflagellate assemblages with the other ones recorded in the world enables confirmation of the Selandian age (D2 or base of D3) of the uppermost part of the "*Calcaires inférieurs*". Two main species have been recorded: *Alisocysta reticulata*, restricted to the zone D2 (Costa & Manum 1988) and *Spinidinium densispinatum* which has its first appearance in the zone D3 of the Selandian after Powell (1992). Some obvious affinities have been shown between this phytoplankton and the Northern Europe and Northern America ones.

KEY WORDS
Dinoflagellates, pollen, Pyrénées-Atlantiques, Danian-Selandian.

INTRODUCTION

Dans les Pyrénées, le Paléocène basal, et en particulier le Danien, bien individualisé par les associations de foraminifères planctoniques et de coccolithes en domaine de bassin, c'est-à-dire près de la côte atlantique – Bidart par exemple *in* Delacotte (1982) –, est plus difficile à caractériser plus à l'est, en domaine de plate-forme. En effet, que ce soit dans les Petites Pyrénées sur le versant nord ou en Navarre dans le versant sud, le Paléocène basal est essentiellement représenté par des séries carbonatées partiellement dolomitisées, dépourvues de foraminifères planctoniques, à coccolithophoridés nains sans intérêt stratigraphique et à faunes benthiques rares et difficilement identifiables. Les seuls éléments de datation trouvés dans ces séries d'environnement marin restreint ont été les pollens et les dinoflagellés recensés à La Cassine dans les Petites Pyrénées : ils indiquent un « Danien non basal » (Gruas-Cavagnetto *et al.* 1992). Des palynoflores daniennes ont également été signalées dans les formations continentales plus orientales, dans le versant sud, à Fontllonga notamment (Médus *et al.* 1988). Il nous a paru intéressant de compléter ces données très partielles sur les microflores daniennes des Pyrénées par l'étude de celles trouvées dans les « Calcaires inférieurs » d'Oraas (Béarn) déposés sur la pente continentale dans des séries intermédiaires entre bassin et plate-forme et bien datés par les foraminifères planctoniques. Ce phytoplancton pyrénéen sera ensuite comparé à celui d'autres gisements d'âge comparable, décrits dans le monde.

CADRE GÉOLOGIQUE ET STRATIGRAPHIQUE (Y. T.)

Sous le hameau de Nouts à Oraas (Pyrénées-Atlantiques ; Fig. 1) dans le synclinal d'Escos, sur la rive droite du Gave d'Oloron creusé dans les puissantes « Marnes de Nay », une falaise de calcaires plissés, blancs, d'environ 10 m de hauteur, offre une bonne coupe des « Calcaires inférieurs » (Fig. 2A), première formation paléocène succédant aux horizons marneux de la zone à *mayorensis* (Fondecave-Wallez 1994) du Maastrichtien terminal. Ils sont directement surmontés par une épaisse série de flysch, les « Sables inférieurs ». Une analyse biostratigraphique détaillée du Paléocène basal béarnais a pu être entreprise dans ces calcaires accessibles en période de basses eaux. Cet affleurement a été découvert par Boltenhagen qui le décrit ainsi (1966 : 146, 152) :

« La formation se compose presque uniquement de calcaires fins et de joints marneux, blancs, parfois maculés de rouge (remaniement du Maastrichtien) se présentant sous la forme de bancs très plissés, froissés, étirés.

« À la base, ils reposent sur le Maastrichtien par

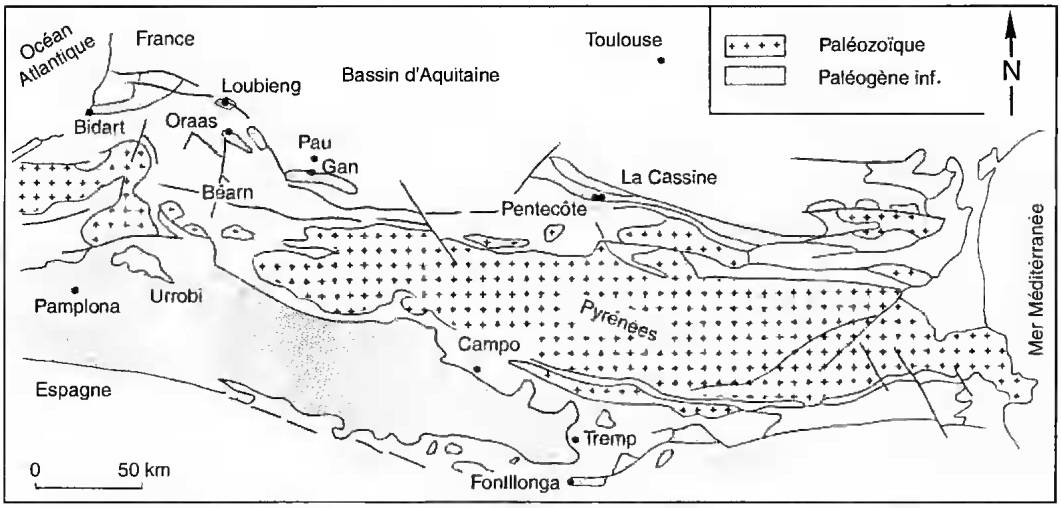

FIG. 1. — Carte schématique du Paléogène inférieur des bassins de l'avant-pays pyrénéen.

l'intermédiaire de quelques bancs minces restés plans. Tous les autres bancs, plissés, sont des calcaires fins à Globigérines et *Globorotalia*. Ils sont séparés par des couches marneuses, laminées, de couleur grise, claire ou occasionnellement rouge. Les couches calcaires plissées sont arasées suivant une surface plane et supportent les "Sables inférieurs", grès grossiers à dragées de quartz, en bancs réguliers. »

Pour cet auteur, les premières strates régulières des « Sables inférieurs » étant parallèles à celles des bancs maastrichtiens et des premiers bancs calcaires sous-jacents aux calcaires plissés, la déformation de ces derniers n'est pas d'origine tectonique mais serait due à des glissements synsédimentaires sur les pentes du bassin (*slumps*). Les microfaunes et, en particulier, les foraminifères planctoniques sont rapportées au « Paléocène » que l'auteur distingue du Danien sous-jacent qui serait absent ici.

L'étude actualisée des foraminifères planctoniques par Canudo & Molina (*in* Tambareau *et al.* 1994 et *in litteris*) montre que ces calcaires appartiennent pour leur majeure partie à la zone P3 du Selandien inférieur. Un échantillon situé juste au-dessus des marnes du Crétacé supérieur, à l'extrême base des « Calcaires inférieurs », pourrait appartenir à la zone à *Praemurica trinidadensis* (P1c) caractérisant un Danien élevé, mais la pauvreté de l'association ne permet pas de l'affirmer. Les autres échantillons de la partie inférieure de cette formation ont fourni des assemblages caractéristiques de la zone à *Morozovella angulata* (P3a). Les prélèvements effectués dans la partie supérieure de ces calcaires ont fourni une association caractéristique de la biozone à *Igorina pusilla* (P3b) avec *Planorotalites haunsbergensis*, *P. compressa*, *P. troelseni*, *Subbotina quadrilocula*, *Morozovella angulata*, *M. conicotruncata*, *Praemurica inconstans*, *Subbotina triloculinoides* et *S. velascoensis*.

Pour M.-P. Aubry (*in litteris*), le nannoplancton récolté à l'extrême base de ces calcaires, juste au contact avec les Marnes de Nay sous-jacentes, ne renferme que des espèces crétacées. Au-dessus, tous les échantillons fossilifères ont livré des assemblages qui caractérisent la partie supérieure de la zone NP4, c'est-à-dire la partie inférieure du Selandien. Ils comprennent *Chiasmolithus bidens*, *C. consuetus*, *Cruciplacolithus tenuis*, *Ellipsolithus macellus*, *Ericsonia subpertusa*, *Fasciculithus birectus*, *F. magnicordis*, *F. ulii*, *Paleozygus signoides*, *Pinsius martinii*, *Sphenolithus primus*, *Toweius pertusus*.

Ces calcaires renferment aussi des foraminifères benthiques de plate-forme interne comme *Conicovalvulina keijzeri*, *Scarificatina* sp., connus dans les Petites Pyrénées en association avec *Bangiana hanseni* à Pentecôte et avec du microplancton d'un « Danien non basal » à

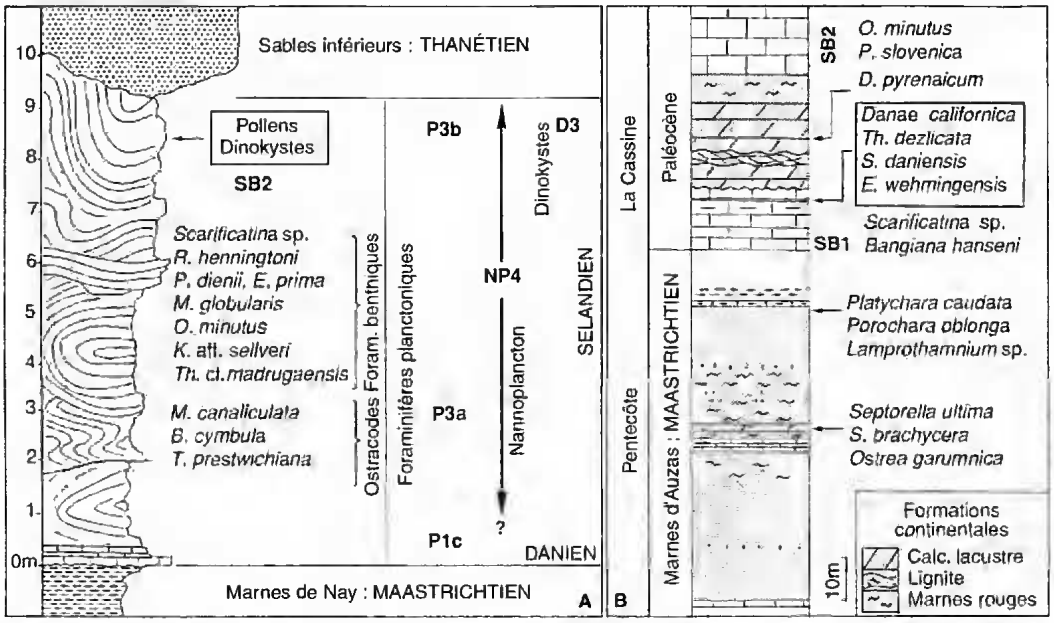

FIG. 2. — **A**, coupe des « Calcaires inférieurs » sur la rive droite du Gave d'Oloron à Nouts, Oraas (Béarn) ; **B**, coupe synthétique du Crétacé terminal et du Paléocène basal entre Pentecôte et La Cassine (Petites Pyrénées).

La Cassine (Figs 1, 2B), (Gruas-Cavagnetto *et al.* 1992 ; Tambareau *et al.* 1997). Elles sont associées à *Coleites* sp. ainsi qu'à des rotalidés complexes attribués par Boltenhagen (1966) aux genres *Laffitteina* et *Miscellanea*. Ces formes ont été récemment révisées par L. Hottinger qui a reconnu (*in litteris*) : *Thalmannita* cf. *madrugaensis*, *Redmondina henningtoni*, *Plumokathina dienii*, *Elphidiella prima*, *Miscellanites globularis*, *Kathina* aff. *selveri* n.sp., *Ornatononion minutus*. Dans la zonation des foraminifères benthiques, ces trois dernières espèces caractérisent la zone SB2 tandis que les quatre précédentes sont connues à la fois dans SB2 et SB3 (Serra-Kiel *et al.* 1997). Près d'Orthez, dans la coupe de Loubieng, nous (Y. T. & L. Hottinger) avons retrouvé une association à *Scarificatina* sp., *P. dienii*, *M. globularis*, *O. minutus*, *K.* aff. *selveri* et *E. prima* caractérisant cette zone SB2, bien développée sur toute la plate-forme nord-pyrénéenne et, en particulier, dans les Petites Pyrénées.

Les associations d'ostracodes de ces calcaires « slumpés » se composent essentiellement d'espèces profondes, de grande longévité, avec divers *Krithe*, *Cytherella* et *Bairdia* dont *B. cymbula*, quelques *Cretaceratina* et *Phacorhabdotus*, genres surtout connus dans le Crétacé et *Trachyleberidea* cf. *prestwichiana*. De rares espèces, moins profondes, sont également présentes dont *Mosaeleberis canaliculata* connue dans le « Montien » belge et dans les Pyrénées, du Crétacé terminal au Thanétien de la zone à *Glomalveolina primaeva* (SB3).

La presque totalité des « Calcaires inférieurs » s'est révélée dépourvue de matière organique. Un seul parmi les échantillons traités appartenant aux horizons supérieurs sous-jacents aux « Sables inférieurs » a livré de belles associations de dinoflagellés et de pollens dont la description détaillée et l'interprétation constituent la majeure partie de ce travail.

DINOFLAGELLÉS ET POLLENS (C. C.)

DINOFLAGELLÉS : COMPOSITION ET INTERPRÉTATION DE L'ASSEMBLAGE

Les « Calcaires inférieurs » d'Oraas sont riches en dinoflagellés avec soixante-douze espèces recon-

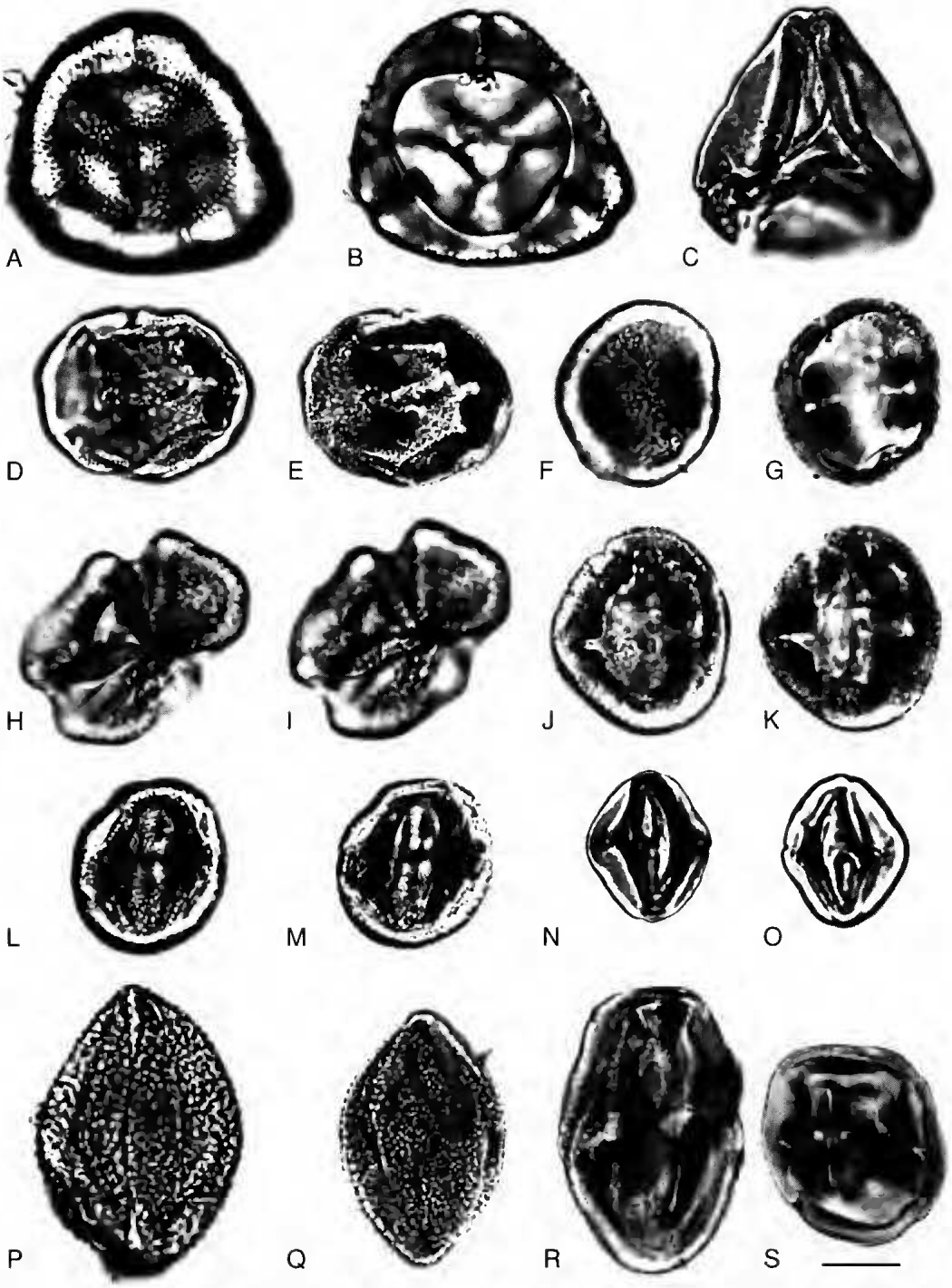

FIG. 3. — **A**, **B**, *Aveiropollenites* sp., La Cassine, lame P2-5, H48 ; **C**, *Caratinipollenites paleocenicus* Kedves, 1982, Oraas, lame 12-2, O13 ; **D**, **E**, *Retitricolporites* sp., La Cassine, lame P2-13, O19 ; **F**, **G**, *Tetracolporopollenites* sp., Oraas, lame 12-2, M34 ; **H**, **I**, *Foveotricolporites* sp., Oraas, lame 12-2, M20. ; **J**, **K**, *Retitricolporites* sp., La Cassine, lame P2-13, Z51 ; **L**, **M**, *Retitricolporites* sp., La Cassine, lame P2-4, O55 ; **N**, **O**, *Psilatricolporites* sp., La Cassine, lame P2-4, H48 ; **P**, *Magnolipollis* sp., Oraas, lame 12-2, X25 ; **Q**, *Idem*, X27 ; **R**, *Tetracolporopollenites* sp., Sapotaceae, Oraas, lame 12-2, R31 ; **S**, *Tetracolporopollenites* sp., Sapotaceae-Meliaceae, Oraas, lame 12-2, D39. Échelle : 10 µm.

nues. Il s'agit des premiers assemblages de dinoflagellés décrits dans le Paléocène inférieur des Pyrénées. Le tableau suivant indique l'importance des formes les plus représentées au sein de cet assemblage :

Spiniferites	16 %
Fibradinium annetorpense	15 %
Pyxidinopsis	11 %
Alisocysta reticulata	10 %
Alisocysta circumtabulata	1 %
Achomosphaera crassipellis	4 %
Operculodinium centrocarpum et *O. microtriainum*	4 %
Impagidinium	3 %
Hystrichosphaeridium tubiferum	3 %
Cerodinium	3 %
Cordosphaeridium inodes	2 %
Hystrichokolpoma cinctum	1 %
Fibrocysta axialis	1 %

Les *Spiniferites* y sont les formes dominantes ; elles se développaient dans des eaux profondes, en milieu néritique externe (Williams 1977 ; Köthe 1990). Bien que l'écologie de *Fibradinium annetorpense*, *Alisocysta* et du groupe *Pyxidinopsis* ne soit pas connue, on peut supposer qu'ils correspondent à des faciès distaux. *Impagidinium*, représentant ici 3 % de l'assemblage, témoigne d'un environnement océanique de talus continental.

Spores et pollens : composition et interprétation des assemblages

Les spores et les pollens sont moins abondants que les dinoflagellés dans les « Calcaires inférieurs » d'Oraas (37 pollens et spores + 63 dinoflagellés = 100).

Subtriporopollenites	54 %
Tricolporopollenites	9 %
Milfordia (Restionacées)	6 %
Compositoipollenites (Icacinacées)	5 %
Spores de Ptéridophytes	4 %
Stephanoporopollenites hexaradiatus	2 %
Pentapollenites	2 %
Tetracolporopollenites (Sapotacées)	2 %
Triatriopollenites	1 %

Parmi les pollens subtriporés, les plus représentés sont *Subtriporopollenites subporatus*, 22 %, *S. magnoporatus*, *S. anulatus*, 5 %, *S. magnoporatus baculatus*, 2 %, *S. constans*, 2 %. Parmi les tricolporés, *Tricolporopollenites feugueuri* et les formes à clavae sont communs ; parmi les pollens triporés, *Triporopollenites wehmingensis* l'est également.

L'abondance de pollens subtriporés à parois épaisses caractérise le Paléocène. D'après Roche (1969), *Subtriporopollenites magnoporatus* (surtout *S. magnoporatus tectopsilatus*) a une représentation exceptionnelle dans le « Montien » de Belgique.

Une autre association pollinique a été décrite dans le Paléocène basal pyrénéen, à La Cassine (Ariège) (Gruas-Cavagnetto *et al.* 1992). Elle a été trouvée dans le « Calcaire lithographique » à Coccolithes nains, indiquant un milieu marin restreint de plate-forme interne. L'association sporopollinique y est plus variée qu'à Oraas, cent deux formes y ont été reconnues contre cinquante et une à Oraas. Les formes communes aux deux gisements sont au nombre de vingt et une.

L'assemblage pollinique est différent à La Cassine, car *Triporopollenites wehmingensis*, *Tetrapollis polyangulus* et *Extratriporopollenites pseudogranifer* sont les formes dominantes. *Aveiropollenites* (Fig. 3A, B) est limité à ces gisements. Les pollens tricolporés sont variés (Fig. 3D-O). Parmi les pollens subtriporés, à La Cassine, on rencontre surtout *Subtriporopollenites magnoporatus* et *S. constans*. *Magnolipollis* (Fig. 3P, Q) n'est connu qu'à Oraas.

Avec un pourcentage non négligeable de formes issues du Crétacé, la palynoflore de La Cassine, datée d'un « Danien non basal », paraît plus ancienne dans le Paléocène que celle récoltée à Oraas.

À Fontllonga (Fig. 1), autre gisement pyrénéen mais de milieu continental, Médus (Médus *et al.* 1988) date l'horizon Fl9 du Danien d'après les vingt-sept formes polliniques qu'il y signale. Parmi celles-ci, sept sont également connues à La Cassine et à Oraas ; ce sont Type-*Pteris* (Pteridaceae), *Milfordia hungarica* (Restionaceae), *Triporopollenites robustus* (Corylaceae), *Nudopollis terminalis*, *Plicapollis pseudoexcelsus*, *Subtriporopollenites anulatus* et *S. constans*.

Deux espèces se rencontrent à La Cassine et à Fontllonga : *Extratriporopollenites agranifer* et *E. pseudogranifer* qui n'ont pas été retrouvées dans le gisement d'Oraas.

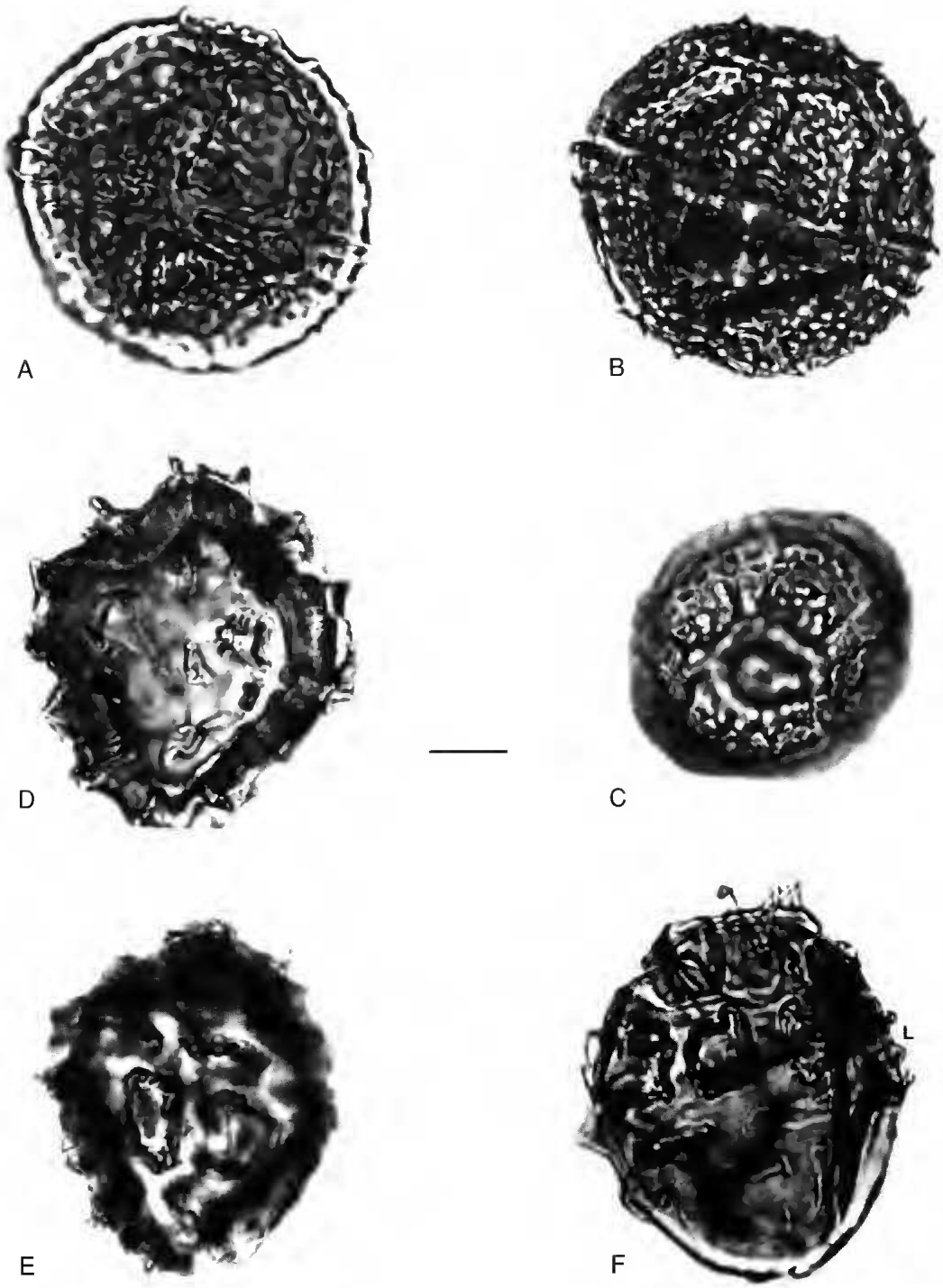

FIG. 4. — **A-C**, *Alisocysta reticulata* Damassa, 1979, Oraas, lame 12-2, F27 ; **A**, face dorsale, vue externe ; **B**, face ventrale, vue interne ; **C**, vue apicale. **D-F**, *Alisocysta circumtabulata* (Drugg, 1967) Stover *et* Evitt, 1978, Oraas, lame 12-2, T35. ; **D**, face ventrale, vue externe ; **E**, face dorsale, vue interne ; **F**, lame 12-2, H24. Échelle : 10 µm.

La présence de *Caryapollenites triangulus*, déterminée par Médus à Fontllonga, nous paraît étonnante car, en Europe, cette espèce, prise en compte parmi un nombre restreint de marqueurs, est signalée à partir du Paléocène supérieur dans la zone palynologique SP2 (Meyer 1988).

LISTE DES ESPÈCES

DINOFLAGELLÉS

Achomosphaera crassipellis (Deflandre *et* Cookson, 1955) Stover *et* Evitt, 1978
A. ramulifera (Deflandre, 1937) Evitt, 1963
Alisocysta circumtabulata (Drugg, 1967) Stover *et* Evitt 1978, Fig. 4D-F
A. reticulata Damassa, 1979, Fig. 4A-C
Amphorosphaeridium ? multispinosum (Davey *et* Williams, 1966) Sarjeant, 1981
Areoligera coronata (O. Wetzel, 1933) Lejeune-Carpentier, 1938
A. senonensis Lejeune-Carpentier, 1938
A. tenuicapillata (O. Wetzel, 1933) Lejeune-Carpentier, 1938
A. vermiculata Corradini, 1973
Cerodinium leptodermum (Vozzhennikova, 1963) Lentin *et* Williams, 1987
C. speciosum (Alberti, 1959) Lentin *et* Williams, 1987
C. striatum (Drugg, 1967) Lentin *et* Williams, 1987, Fig. 5B, C
Connexiumura fimbriata (Morgenroth, 1968) May, 1980 emend. Martreinecke, 1992
Cordosphaeridium exilimurum Davey *et* Williams, 1966
C. fibrospinosum Davey *et* Williams, 1966
C. inodes (Klumpp, 1953) Eisenack, 1963
Cyclonephelium uncinatum (Norvick, 1976) Stover *et* Evitt, 1978, Fig. 5E
C. sp., Fig. 6A, B
Cyclopsiella elliptica Drugg *et* Loeblich, 1967
C. vieta Drugg *et* Loeblich, 1967
Danea californica (Drugg, 1967) Stover *et* Evitt 1978, Figs 7A-C, 8A, B
D. impages Damassa, 1979
Diphyes colligerum (Deflandre *et* Cookson, 1955) Cookson, 1965
D. spinulum (Drugg, 1970) Stover *et* Evitt, 1978
Elytrocysta druggii Stover *et* Evitt, 1978
Exochosphaeridium bifidum (Clarke *et* Verdier, 1967) Clarke, Davey, Sarjeant *et* Verdier, 1968
E. ? solaster (Morgenroth, 1966) Stover *et* Evitt, 1978
Fibradinium annetorpense Morgenroth, 1968, Fig. 7F
Fibrocysta axialis (Eisenack, 1965) Stover *et* Evitt, 1978
F. radiata (Morgenroth, 1966) Stover *et* Evitt, 1978
F. variabilis Mehrotra *et* Sarjeant, 1987
Florentinia ferox (Deflandre, 1937) Duxbury, 1980
Glaphyrocysta ordinata (Williams *et* Downie, 1966) Stover *et* Evitt, 1978, Fig. 6C, D
Heterosphaeridium ? heteracanthum (Deflandre *et* Cookson, 1955) Eisenack *et* Kjellström, 1971, Fig. 9B
Homotryblium abbreviatum Eaton, 1976
H. bifurcatum Caro, 1973
Hystrichokolpoma bulbosum (Ehrenberg, 1838) Morgenroth, 1968
H. cinctum Klumpp, 1953
Hystrichosphaeridium tubiferum (Ehrenberg, 1838) Deflandre, 1937
Impagidinium cf. *patulum* (Wall, 1967) Stover *et* Evitt, 1978
I. pentahedrias Damassa, 1979, Fig. 10
I. sp., Fig. 11
Kallosphaeridium brevibarbatum (De Coninck, 1969) Jan du Chêne, Stover *et* De Coninck, 1985
K. nigerianense Jan du Chêne, Stover *et* De Coninck, 1985
K. sp.
Melitasphaeridium pseudorecurvatum (Morgenroth, 1966) Bujak, Downie, Eaton *et* Williams, 1980, Fig. 7G
M. sp. 1 *in* Heilmann-Clausen 1985, Fig. 7D, E
Montanarocysta aemiliana Corradini, 1972
Ochetodinium romanum Damassa, 1979, Fig. 9C-E
Oligosphaeridium complex (White, 1842) Davey *et* Williams, 1966
Operculodinium centrocarpum (Deflandre *et* Cookson, 1955) Wall, 1967
O. microtriainum (Klumpp, 1953) Islam, 1983
O. tiara (Klumpp, 1953) Stover *et* Evitt, 1978
Pervosphaeridium monasteriense Yun, 1981
Phelodinium magnificum (Stanley, 1965) Stover *et* Evitt, 1978, Fig. 5F
Phthanoperidinium crenulatum (De Coninck, 1975) Lentin *et* Williams, 1977
Pterodinium sp. C *in* Schioler *et* Wilson, 1993, Fig. 9A
Pyxidinopsis ardonense Jan du Chêne, 1987
Riculacysta sp.
Spinidinium densispinatum Stanley, 1965
Spiniferites cornutus (Gerlach, 1961) Sarjeant, 1970
cornutus Gerlach, 1961
S. hyperacanthus (Deflandre *et* Cookson, 1955) Cookson *et* Eisenack, 1974
S. katatonos Corradini, 1973, Fig. 8C
S. membranaceus (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970
S. multibrevis (Davey *et* Williams, 1966) Below, 1982
S. pseudofurcatus (Klumpp, 1953) Sarjeant, 1970
S. ramosus (Ehrenberg, 1838) Loeblich *et* Loeblich, 1966 *ramosus* Lentin *et* Williams, 1973
S. ramosus granosus (Davey *et* Williams, 1966) Lentin *et* Williams, 1973
S. supparus (Drugg 1967) Sarjeant, 1970
Tanyosphaeridium xanthiopyxides (O. Wetzel, 1933) Stover *et* Evitt, 1978
Forme A Benson, 1976, Fig. 5G

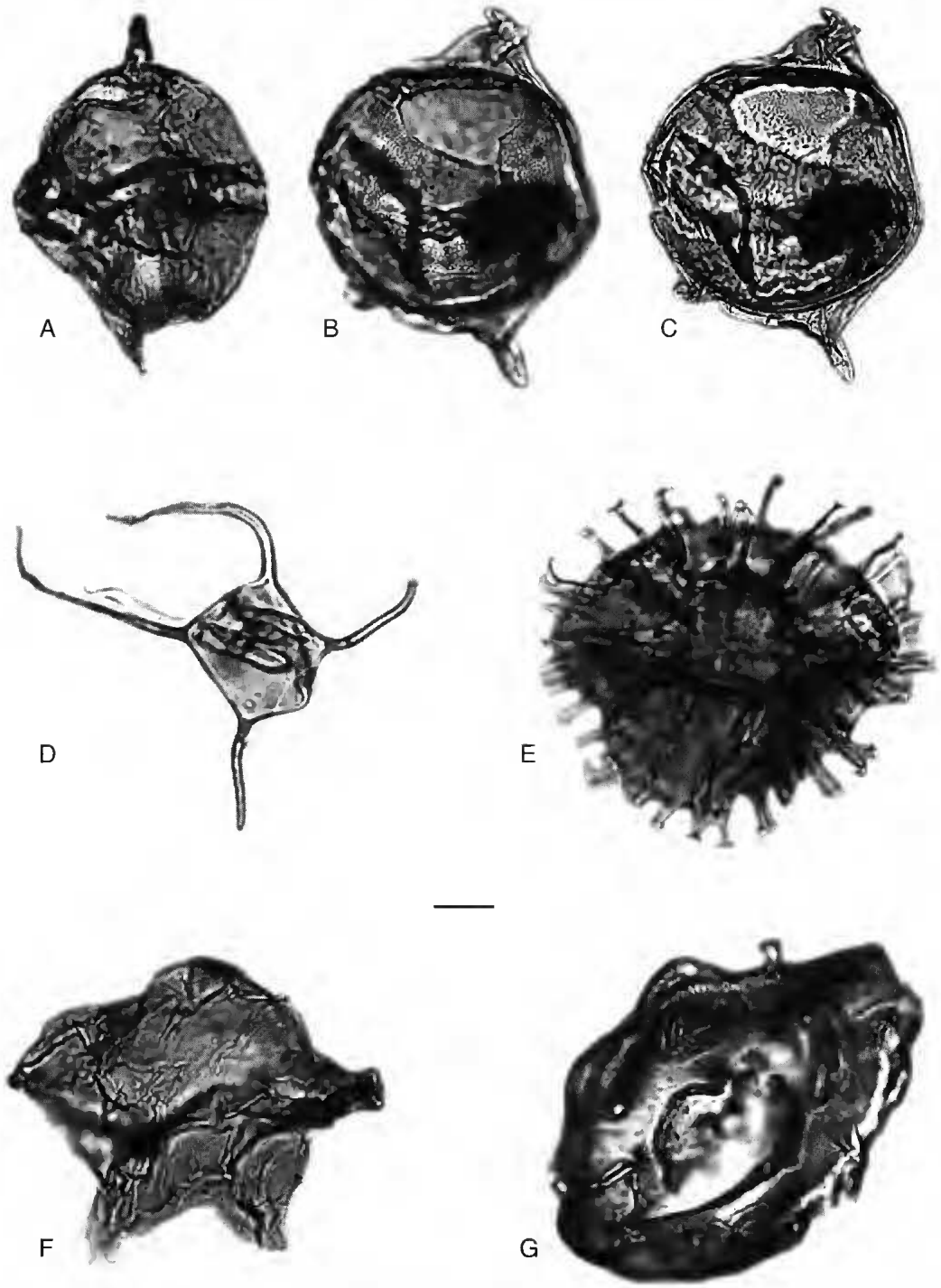

FIG. 5. — **A**, *Senegalinium microspinosum* (Boltenhagen, 1977) Lentin *et* Williams, 1980, La Cassine, lame P2-11, C42 ; **B**, **C**, *Cerodinium striatum* (Drugg, 1967) Lentin *et* Williams, 1987, Oraas, lame 12-1, O41 ; **D**, *Veryhachium hyalodermum* (Cookson, 1956), Oraas, lame 12-2, M17 ; **E**, *Cyclonephelium uncinatum* (Norvick, 1976) Stover *et* Evitt, 1978, Oraas, lame 12-1, J42 ; **F**, *Phelodinium magnificum* (Stanley, 1965) Stover *et* Evitt, 1978, Oraas, lame 12-5, W15 ; **G**, Forme A Benson, 1976, Oraas, lame 12-2, E19. Échelle : 10 µm.

ACRITARCHES
Micrhystridium sp.
Veryhachium hyalodermum (Cookson, 1956), Fig. 5D

SPORES
Leiotriletes sp.
Toroisporis sp.
Gleicheniidites sp., Gleicheniaceae
Polypodiaceoisporites sp., Pteridaceae
Stereisporites (*Distancoraesporis*) sp., Sphagnum
Stereisporites (*Stereigranisporis*) *granulus* W. Krutzsch, 1963, Sphagnum
Laevigatosporites haardti (R. Potonié *et* Venitz, 1934) Thomson *et* Pflug, 1953, Polypodiaceae

POLLENS
Inapertipollis spinaeserratus W. Krutszch *et* Vanhoorne, 1977
Pityosporites labdacus (R. Potonié, 1931) Thomson *et* Pflug, 1953, Pinus
Milfordia incerta (Thomson *et* Pflug, 1953) W. Krutzsch, 1961d, Restionaceae
M. hungarica (Kedves, 1965) W. Krutzsch *et* Vanhoorne, 1961d, Restionaceae
Caratinipollenites paleocenicus Kedves, 1982, Fig. 3C
Cavagnettoaepollenites menatensis Kedves, 1982
Corsinipollenites primigenius W. Krutzsch *et* Vanhoorne, 1977
Labraferoidaepollenites bituitus (R. Potonié, 1931a) Kedves, 1982
Nudopollis terminalis (Thomson *et* Pflug, 1953) Pflug, 1953
Plicapollis cf. *conserta* Pflug, 1953
Plicapollis pseudoexcelsus (W. Krutzsch, 1958) W. Krutzsch, 1961
Pompeckjoidaepollenites subhercynicus (W. Krutzsch, 1954) W. Krutzsch, 1967
Pseudomeinipollenites paleocenicus Kedves, 1982
Psittacolpis elaeagnoides (Zaklinskaya, 1963) Kedves, 1967
Triporopollenites robustus Pflug, 1953a
T. wehningensis Pflug, 1953
Triatriopollenites aroboratus Pflug, 1953
T. perplexus Pflug, 1953
T. roboratus Pflug, 1953
T. rurensis Pflug *et* Thomson, 1953
Subtriporopollenites anulatus Pflug *et* Thomson, 1953
S. constans Pflug *et* Thomson, 1953
S. magnoporatus (Pflug *et* Thomson, 1953) W. Krutzsch, 1961
S. magnoporatus tectopsilatus Roche, 1968
S. subporatus subporatus W. Krutzsch, 1961
Compositoipollenites minimus W. Krutzsch *et* Vanhoorne, 1977
C. rhizophorus (R. Potonié, 1934) R. Potonié, 1960
Polyvestibulopollenites eocaenicus W. Krutzsch *et* Vanhoorne, 1977
Portniaginaepollenites hungaricus Kedves, 1974
Stephanoporopollenites pentaradiatus W. Krutzsch, 1961
S. hexaradiatus (Thiergart, 1940) Thomson *et* Pflug, 1953, semitribinae W. Krutzsch, 1961
S. hexaradiatus tribinae W. Krutzsch, 1961
Tetrapollis polyangulus (Pflug, 1953) W. Krutzsch, 1967
T. validus (Pflug, 1953a) Pflug, 1953b
Pentapollenites sp.
Magnolipollis sp., Fig. 3P, Q
Psilatricolpites liblarensis (Thomson *et* Pflug, 1953) Roche *et* Schuler, 1976
Polycolpites transdanubicus Kedves, 1978
Psilatricolporites sp.
Intrabaculitricolporites baculatus (W. Krutzsch, 1961) Kedves, 1982
I. feugueuri (Gruas-Cavagnetto, 1966) Kedves, 1982
Foveotricolporites sp., Fig. 3H, I
Retitricolporites sp.
Striatricolporites sp.
Ilexpollenites erdtmani Kedves, 1978
Tetracolporopollenites sp., Sapotaceae, Fig. 3R
T. sp., Sapotaceae-Meliaceae, Fig. 3S
T. sp., Fig. 3F, G
Ericipites sp.

DINOFLAGELLÉS DU DANIEN-SELANDIEN DANS LE MONDE (C. C.)

HISTORIQUE DES TRAVAUX

Les premiers travaux sur les dinoflagellés du Paléocène basal ont concerné l'Australie (Cookson 1965) et les États-Unis (Stanley 1965) où ils se sont ensuite multipliés (Drugg 1967, 1970 ; Benson 1976 ; Firth 1976 ; Damassa 1979a, b, 1984) et étendus à l'Arctique canadien (Ioannides 1986).

Ils ont commencé presque en même temps en Europe du Nord (Morgenroth 1968) avec de nombreuses études faites sur les formations du Danemark ainsi que sur d'autres régions de Scandinavie où le Paléocène basal est bien représenté (Wilson 1971 ; De Coninck 1975 ; Hansen 1977, 1979a, b ; Kjellström & Hansen 1981 ; Heilmann-Clausen 1985 ; Hultberg 1985, 1986) puis sur la Suisse (Jan du Chêne 1977). Ils sont plus tardifs et plus rares en Europe du Sud avec les contributions de Médus *et al.* (1988) puis Gruas-Cavagnetto *et al.* (1992) sur les Pyrénées où se situe notre étude, et celle de De Coninck & Smit (1982) sur l'Espagne du Sud-Est.

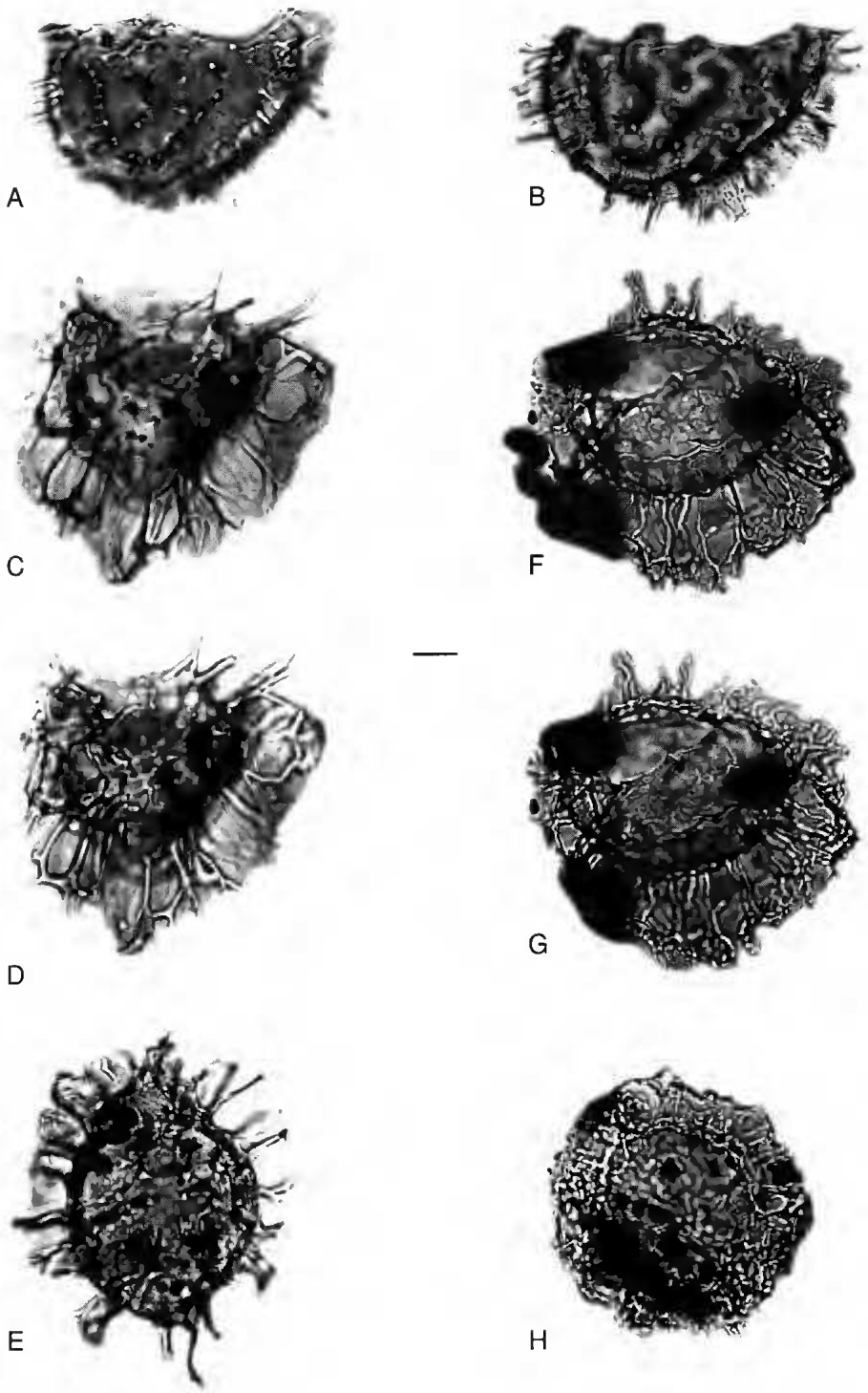

FIG. 6. — **A**, **B**, *Cyclonephelium* sp., Oraas, lame 12-1, Y30 ; **C**, **D**, *Glaphyrocysta ordinata* (Williams *et* Downie, 1966) Stover *et* Evitt, 1978, Oraas, lame 12-1, Y42 ; **E**, *Fibrocysta bipolaris* (Cookson *et* Eisenack, 1965) Stover *et* Evitt, 1978, La Cassine, lame P2-10, L28 ; **F**, **G**, *Riculacysta* sp., La Cassine, lame P2-8, T22 ; **H**, *Cyclonephelium castelcasiense* Corradini, 1973, La Cassine, lame P2-5, Z36. Échelle : 10 µm.

En Afrique, seuls ont été recensés les dinoflagellés du Paléocène basal de Tunisie (Brinkhuis & Leereveld 1988 ; Brinkhuis & Zachariasse 1988), des phosphates du Maroc (Soncini & Rauscher 1988) et du Danien du Sénégal (Jan du Chêne 1988).
Des études descriptives des dinoflagellés du Crétacé-Paléocène ont été réalisées en Inde du Sud (Mehrota & Sarjeant 1987) et plus vers l'est, en Chine, dans le bassin de Tarim, province du Xinjiang (He Cheng-quan 1984) où l'étude stratigraphique met en évidence l'absence du Paléocène inférieur (Mao Shaozhi & Norris 1988).

Comparaison entre Oraas et les autres gisements du Danien-Selandien

France : La Cassine, Ariège (Figs 1, 2B)
Les « Calcaires lithographiques » à coccolithes nains de La Cassine, dans les Petites Pyrénées, datés d'un « Danien non basal », contiennent un assemblage de dinoflagellés moins varié (cinquante-quatre espèces) que celui d'Oraas (soixante-dix espèces). Ces calcaires se sont déposés dans les eaux très peu profondes de la partie la plus interne de la plate-forme marine. L'assemblage est constitué essentiellement de *Cordosphaeridium*, *Operculodinium* et *Fibrocysta*, avec, en moindre pourcentage, *Spiniferites* et des Areoligeracées (Gruas-Cavagnetto *et al.* 1992). Parmi les formes intéressantes du point de vue stratigraphique, absentes à Oraas mais rencontrées à La Cassine, nous avons représenté *Cyclonephelium castelcasiense* (Fig. 6H), *Senegalinium microspinosum* (Fig. 5A). *C. castelcasiense* est connue dans le Crétacé supérieur des Apennins du Nord et le Danien du Sud-Est de l'Espagne. *Fibrocysta bipolaris* (Fig. 6E), présente à La Cassine mais non trouvée à Oraas, est également figurée dans ce travail.
Les espèces communes aux deux gisements sont au nombre de vingt et une : *Achomosphaera ramulifera*, *Amphorosphaeridium ? multispinosum*, *Areoligera tenuicapillata*, *A. vermiculata* (Fig. 12A, B), *Cordosbaeridium fibrospinosum*, *C. inodes*, *Danea californica* (Figs 7A-C, 8A, B), *Diphyes colligerum*, *Exochosphaeridium bifidum*, *Fibrocysta axialis*, *F. variabilis*, *Operculodinium centrocarpum*, *O. microtriainum*, *Riculacysta* (Fig. 13), *Spiniferites katatonos* (Fig. 8C), *S. membranaceus*, *S. multibrevis*, *S. ramosus granosus*, *S. ramosus ramosus*, *S. pseudofurcatus*, *S. supparus*.

Espagne du S-E : Barranco del Gredero
De Coninck & Smit (1982) constatent qu'il n'y a pas d'important changement d'association de kystes de dinoflagellés à la limite Crétacé-Tertiaire. Parmi les espèces significatives du point de vue stratigraphique, sont présentes ici comme à Oraas : *Alisocysta circumtabulata*, *Danea californica* (synonyme de *D. mutabilis*). Au total treize espèces sont communes aux deux gisements, parmi les cinquante-six espèces reconnues en Espagne. Il s'agit de : *Areoligera coronata*, *A. senonensis*, *A. tenuicapillata*, *Cerodinium speciosum*, *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C. inodes*, *Diphyes colligerum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Operculodinium centrocarpum*, *O. microtriainum*, *Tanyosphaeridium xanthiopyxides*.

Europe du Nord
Morgenroth (1968) a décrit, en Europe du Nord, onze espèces nouvelles sur dix-neuf espèces recensées. Parmi celles-ci, neuf se rencontrent à Oraas : *Areoligera coronata*, *Connexiumura fimbriata*, *Cordosphaeridium inodes*, *Danea californica*, *Fibradinium annetorpense*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *H. cinctum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Tanyosphaeridium xanthiopyxides*.
Wilson (1971) décrit le Danien basal de Stevns Klint, au Danemark, où il reconnaît cinquante espèces de dinoflagellés. Il remarque que les associations du Danien inférieur du Danemark sont semblables à celles de la Belgique et de la Hollande avec abondance de *Spiniferites*, *Achomosphaera*, *Deflandrea cretacea* et *Svalbardella*. *Danea californica* est présente.
De Coninck (1975) a analysé le Danien supérieur de Limhamn, en Suède ; il y a reconnu trente-six espèces. Parmi celles-ci, les plus abondantes sont *Spiniferites*, 26 %, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, 17 % et *Membranosphaera* sp. A, 5 %. On rencontre douze espèces communes à la Suède et au gisement d'Oraas : *Areoligera coronata*, *A.* cf. *senonensis*, *Cordosphaeridium inodes*, *Danea californica*, *Florentinia ferox*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*,

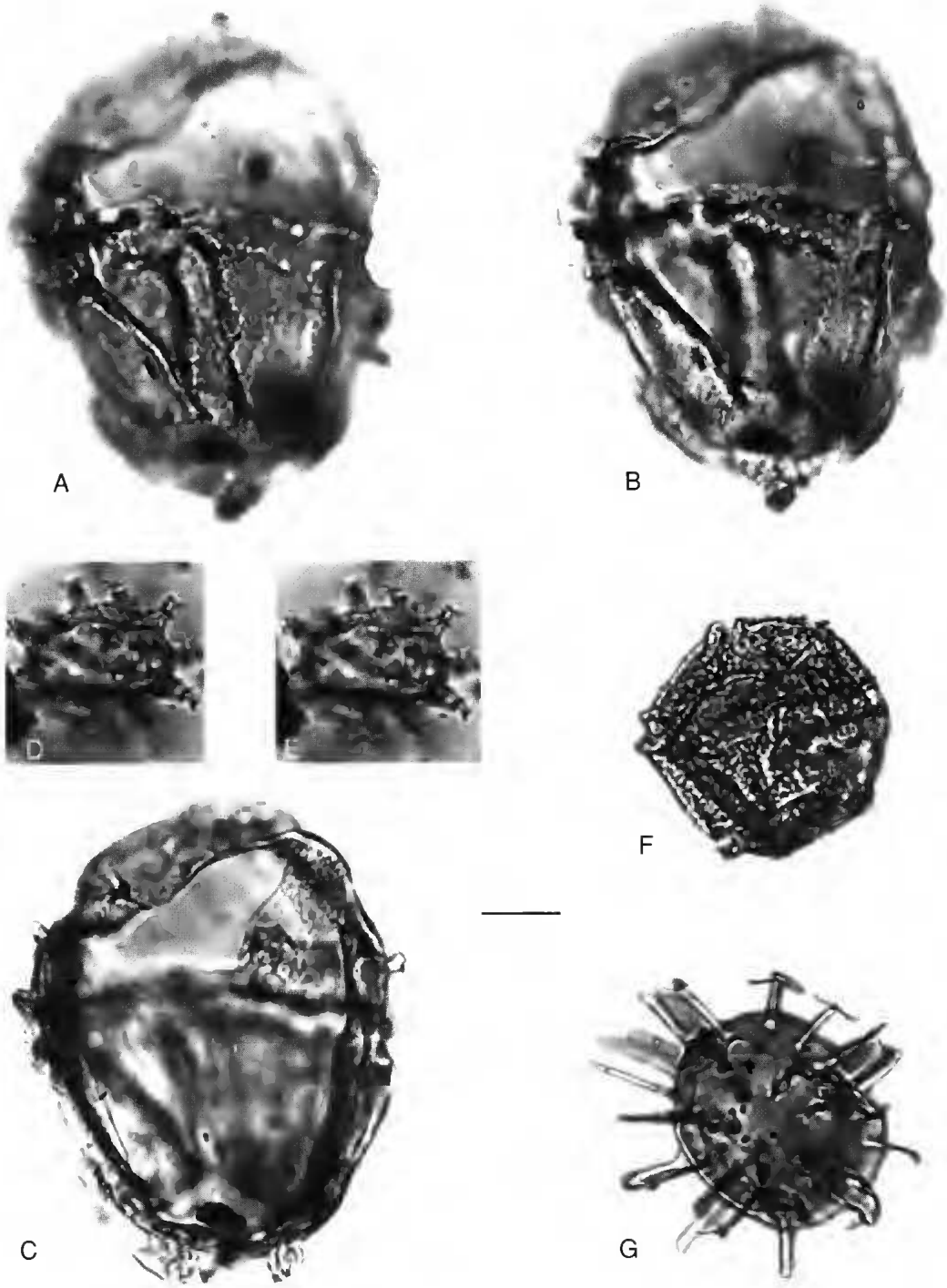

FIG. 7. — **A-C**, *Danea californica* (Drugg, 1967) Stover *et* Evitt, 1978, Oraas, lame 12-5, T58. ; **D-E**, *Melitasphaeridium* sp. 1 *in* Heilmann-Clausen, 1985, Oraas, lame 12-2, Q38 ; **F**, *Fibradinium annetorpense* Morgenroth, 1968, Oraas, lame 12-2, U54 ; **G**, *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* (Morgenroth, 1966) Bujak, Downie, Eaton *et* Williams, 1980. Échelle : 10 µm.

FIG. 8. — **A**, **B**, *Danea californica* (Drugg, 1967) Stover *et* Evitt, 1978, Oraas, lame 12-3, T51 ; **A**, face dorsale, vue oblique externe ; **B**, face ventrale, vue oblique interne ; **C**, *Spiniferites katatonos* Corradini, 1972, La Cassine, lame P2-6, Q56. Échelles : 10 µm.

Oligosphaeridium complex, *Operculodinium centrocarpum*, *O. microtriainum*, *Tanyosphaeridium xanthiopyxides*.

Hansen (1977) propose un modèle sédimentaire du Danien du Bassin danois. Du point de vue quantitatif, il remarque que la partie inférieure et moyenne du Danien contient 30 à 50 % de *Spiniferites ramosus* et la partie supérieure 20 à 34 %. Il cite quarante-cinq espèces dont seize sont communes avec Oraas : *Achomosphaera ramulifera*, *Areoligera coronata*, *A. senonensis*, *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *C. inodes*, *Danea californica*, *Fibrocysta axialis*, *Fibrodinium annetorpense*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Oligosphaeridium complex*, *Spiniferites cornutus*, *S. multibrevis*, *S. ramosus granosus*, *S. ramosus ramosus*, *S. supparus*.

Thomsen & Heilmann-Clausen (1985) ont étudié le Danien-Selandien de Svejstrup. Selon ces auteurs, le Danien terminal est caractérisé par l'abondance du groupe *Spiniferites-Achomosphaera* qui atteint 60 %. Le passage au Selandien est marqué par une augmentation d'*Areoligera* et de *Glaphyrocysta* constituant 70 % de l'assemblage de dinoflagellés, à la base. Au-dessus, *Palaeoperidinium pyroforum*, *Palaeocystodinium australinum* et *Ceratiopsis speciosa* deviennent plus fréquentes.

Les auteurs signalent vingt-deux espèces importantes du point de vue stratigraphique. Parmi celles-ci, quatre sont présentes dans les « Calcaires inférieurs » d'Oraas et dans le Danien de Svejstrup (*Cerodinium striatum*, *Danea californica*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Spiniferites cornutus*) et deux dans les « Calcaires inférieurs » et le Selandien de Svejstrup (*Cerodinium speciosum* et *Spinidinium densispinatum*).

Heilmann-Clausen (1985) décrit trente-six espèces dans le Danien terminal (NP4) à Viborg 1 dans le Jylland central. Parmi celles-ci, quinze se rencontrent aussi à Oraas : *Alisocysta circumtabulata*, *Areoligera coronata*, *A. senonensis*, *Cerodinium speciosum*, *C. striatum*, *Connexumura fimbriata*, *Danea californica*, *Fibradinium annetorpense*, *Florentinia ferox*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*, *Oligosphaeridium complex*, *Spinidinium densispinatum*, *Tanyosphaeridium xanthiopyxides*.

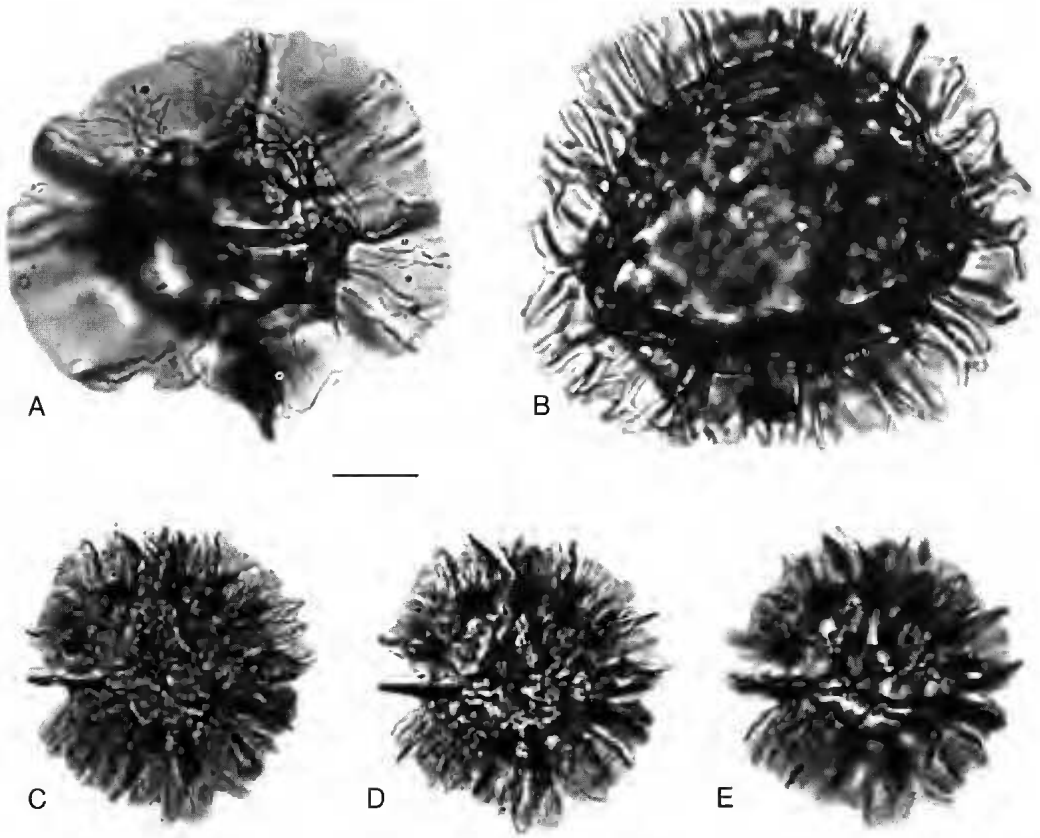

FIG. 9. — **A**, *Pterodinium* sp. C *in* Schioler *et* Wilson, 1993, Oraas, lame 12-2, Q2 ; **B**, *Heterosphaeridium* ? *heteracanthum* (Deflandre *et* Cookson, 1955) Eisenack *et* Kjellstrom, 1971, Oraas, lame 12-2, T35. ; **C-E**, *Ochetodinium romanum*, Damassa, 1979, Oraas, lame 12-2, S12. Échelle : 10 µm.

Hultberg (1986) a trouvé une section plus complète autour de la limite Crétacé-Tertiaire, dans le « *Fish clay* » (argile à poissons) formé soit dans un environnement à basse salinité (Est du Danemark), soit dans un environnement marin stable (Ouest du Danemark). Il a ajouté une zone basale au Danien par rapport à la zonation précédente. Les espèces de dinoflagellés les plus abondantes du « *Fish clay* » sont *Spiniferites ramosus*, *Senoniasphaera inornata*, *Fibrocysta axialis* et *Areoligera coronata*. Les espèces daniennes sont semblables à celles du Maastrichtien. La transition Crétacé-Tertiaire n'est pas marquée par la disparition d'un nombre important d'espèces de dinoflagellés mais par un changement dans l'abondance relative des taxa. L'auteur cite la présence de cinquante espèces sans les nommer. À partir d'une synthèse des données relatives aux dinoflagellés paléocènes des bassins voisins de la mer du Nord, Heilmann-Clausen (1994) a mis en évidence des événements permettant des corrélations à l'intérieur de la région pouvant aussi être étendues à d'autres régions du monde.

Suisse

Jan du Chêne (1977) a étudié une série allant du Maastrichtien à l'Éocène inférieur dans le canton d'Obwald en Suisse centrale. Le « Dano-Montien » (zone à *Cerodinium striatum*) contient vingt-sept espèces dont sept se rencontrent aussi à Oraas : *Areoligera coronata*, *A. senonensis*, *Cerodinium speciosum*, *C. striatum*, *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*.

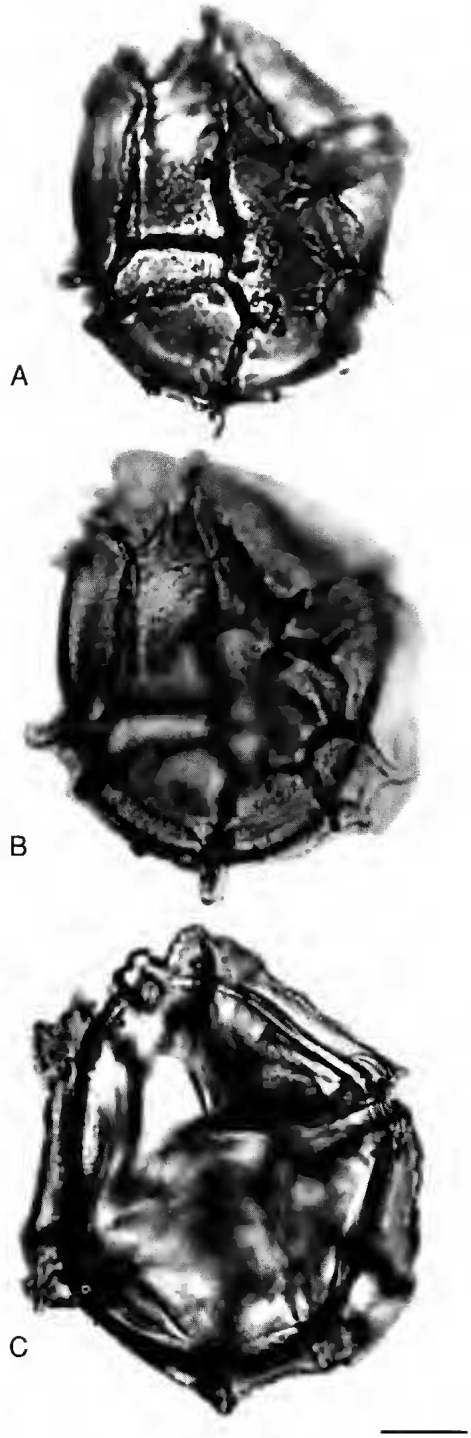

FIG. 10. — **A-C**, *Impagidinium pentahedrias* Damassa, 1979, Oraas, lame 12-1, O22. Échelle : 10 µm.

Nord-Ouest de la Tunisie

Une coupe à El Kef, où le Danien inférieur et supérieur sont représentés, a été étudiée par Brinkhuis & Leereveld (1988). Ces auteurs ont sélectionné vingt-sept formes de dinoflagellés dont six se rencontrent à Oraas. Il s'agit d'*Achomosphaera*, *Batiacasphaera*, *Alisocysta circumtabulata*, *Cerodinium speciosum*, *Danea californica*, *Phelodinium magnificum*, *Spiniferites*. L'abondance du groupe *Achomosphaera-Spiniferites* est signalée au Danien inférieur alors que le groupe *Andalusiella-Senegalinium* atteint 70 % au Danien supérieur. L'interprétation écologique de ces assemblages n'est pas donnée.

Dans la coupe d'El Haria (Brinkhuis & Zachariasse 1988), on a reconnu soixante-sept espèces dont quinze sont présentes à Oraas : *Alisocysta circumtabulata*, *Amphorosphaeridium multispinosum*, *Areoligera senonensis*, *Cerodinium speciosum*, *C. striatum*, *Cordosphaeridium exilimurum*, *C. fibrospinosum*, *C. inodes*, *Danea californica*, *Diphyes colligerum*, *Hystrichokolpoma bulbosum*, *Impagidinium pentahedrias*, *Phelodinium magnificum*, *Riculacysta*, *Spinidinium densispinatum*.

Du point de vue paléoécologique, les associations I et II, correspondant à un niveau plus bas de la mer, contiennent un pourcentage élevé de *Spiniferites-Achomosphaera*. Dans les associations III et IV, *Senegalinium* devient prédominant et atteint jusqu'à 80 % de l'assemblage. L'augmentation du pourcentage de *Senegalinium* semble correspondre à une élévation du niveau de la mer. Les auteurs ne remarquent pas de changement important au passage Crétacé-Tertiaire, ni un taux d'extinction accéléré chez les dinoflagellés.

Maroc

Dans leur étude sur les phosphates du Maroc, Soncini & Rauscher (1988) ont distingué quatre associations de dinoflagellés. Les deux premières correspondent au Maastrichtien. La troisième association rassemble, dans un même dépôt, des kystes du Maastrichtien supérieur, du Dano-Montien et du Thanétien. Ce dépôt serait fortement remanié. Le Dano-Montien est considéré dans ce travail comme un terme stratigraphique local. Il est donc difficile de trouver un sens à la

comparaison entre cette association provenant de sédiments remaniés et celle d'Oraas.

Sénégal

Jan du Chêne (1988) a décrit soixante et onze espèces dans le Danien du Sénégal. Un tiers de celles-ci, soit vingt-sept espèces, se rencontrent également à Oraas. Il s'agit de : *Achilleodinium biformoides*, *Amphorosphaeridium ? multispinosum*, *Areoligera coronata*, *A. senonensis*, *Cerodinium leptodermum*, *Cordosphaeridium exilimurum*, *Cyclonephelium uncinatum*, *Cyclopsiella vieta*, *Diphyes spinulum*, *Elytrocysta druggii*, *Exochosphaeridium bifidum*, *Fibrodinium annetorpense*, *Fibrocysta axialis*, *F. radiata*, *Florentinia ferox*, *Impagidinium patulum*, *Ochetodinium ramanum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Phelodinium magnificum*, *Pyxidinopsis ardonense*, *Spinidinium densispinatum*, *S. cornutus normalis*, *S. hyperacanthus*, *S. multibrevis*, *S. ramosus ramosus*, *S. ramosus granosus*, *Tanyosphaeridium xanthiopyxides*.

Ce Danien s'est déposé en milieu méso-bathyal (De Klasz *et al.* 1988). Le phytoplancton est de type tropical. L'association est différente de celles connues en Europe du Nord-Ouest et aux États-Unis. Elle comprend surtout *Palaeocystodinium gaboneuse*, *Senegalinium microspinosum*, *Trichodinium delicatum*, *Trichodinium* sp. 1.

On remarque l'absence des marqueurs du Danien européen et américain comme *Palaeoperidinium pyrophorum*, *Alisocysta*, *Danea californica*. Les formes les plus abondantes y sont *Spiniferites*, *Impagidinium*, *Pterodinium*. Par analogie avec les associations récentes décrites par Wall *et al.* (1977), les *Impagidinium* sont, pour la plupart, restreints à des sédiments tropicaux et subtropicaux de plate-forme externe, de talus ou abyssaux.

Californie, États-Unis

Drugg (1967) a étudié la Formation Upper Moreno dans l'Escarpado Canyon en Californie, du Crétacé supérieur au Paléocène. Il a reconnu soixante-dix espèces dans le Danien dont quinze sont communes avec Oraas. Ce sont *Achomosphaera crassipellis*, *Alisocysta circumtabulata*, *Areoligera tenuicapillata*, *Cerodinium speciosum*, *C. striatum*, *Cordosphaeridium inodes*, *Danea*

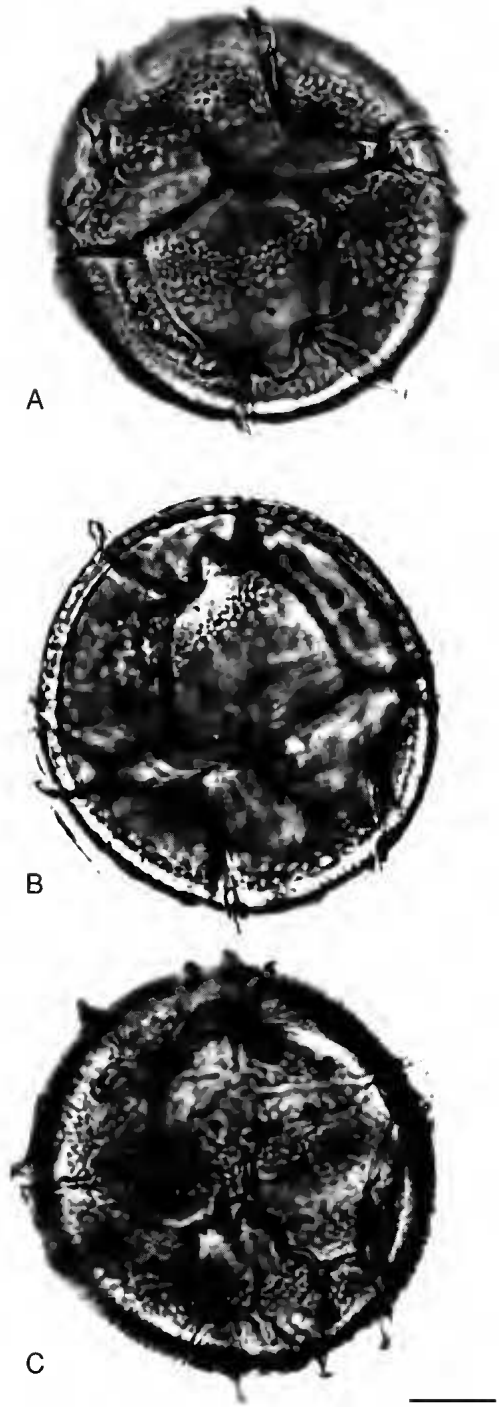

FIG. 11. — **A-C**, *Impagidinium* sp., Oraas, lame 12-2, X44. Échelle : 10 µm.

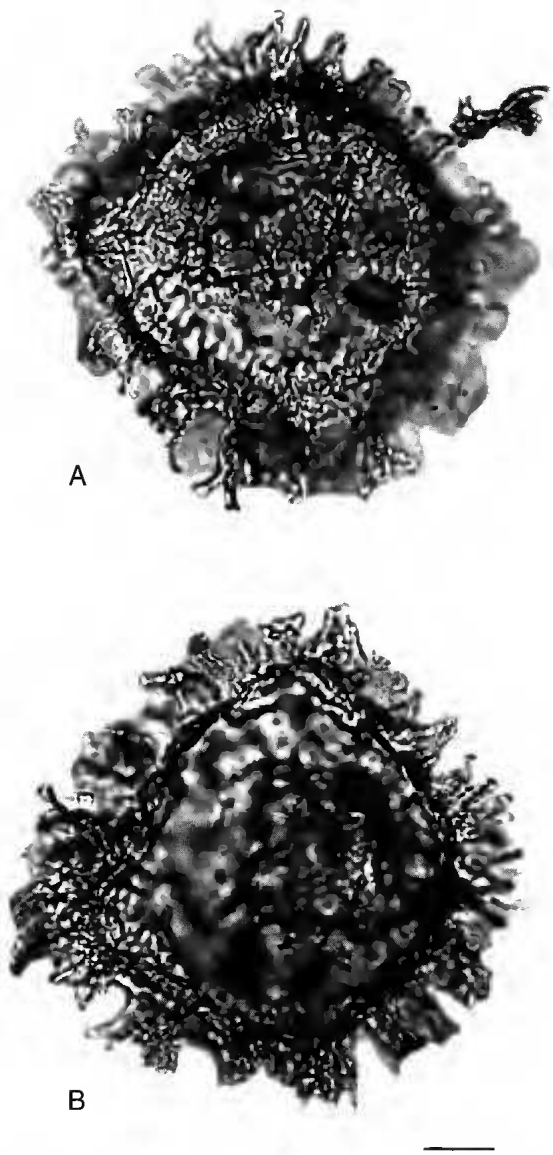

FIG. 12. — **A**, **B**, *Areoligera vermiculata* Corradini, 1973, La Cassine, lame P2-1, P53. Échelle : 10 µm.

californica, *Florentinia ferox*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Oligosphaeridium complex*, *Phelodinium magnificum*, *Spinidinium densispinatum*, *Spiniferites ramosus*, *S. supparus*..

L'auteur remarque l'abondance de *Trithyrodinium evittii*, *Peridinium basilium* dans la partie inférieure du Danien, avec présence de *Danea californica* et de *Cribroperidinium pyrum*. Dans la partie supérieure, les espèces les plus abondantes sont *Cerodinium speciosum*, *Cordosphaeridium inodes* et *Glyphanodinium facetum*. Damassa (1979a, b) a rencontré, dans le « *Franciscan Complex* » (Mendocino County) un assemblage peu diversifié dans un bassin isolé. Elle cite douze espèces dont quatre sont présentes à Oraas : *Alisocysta reticulata*, *Danea californica*, *Exochosphaeridium bifidum et Impagidinium pentahedrias*.

Maryland, États-Unis

Benson (1976) rapporte trente-deux espèces dans le Paléocène inférieur de Round Bay dont onze sont présentes à Oraas. Ce sont *Cerodinium striatum*, *Cordosphaeridium fibrospinosum*, *Diphyes colligerum*, *Fibradinium annetorpense*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Phelodinium magnificum*, *Spiniferites cornutus*, *S. ramosus granosus*, *S. ramosus ramosus*, Genre A.

Les espèces les plus représentées sont *Lanternosphaeridium lanosum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Trichodinium hirsutum*, *Deflandrea echinoidea*, *D. pulchra*, *Spiniferites ramosus*.

Géorgie, États-Unis

Firth (1987) a décrit soixante-deux espèces dans le Danien inférieur de la Formation Clayton près d'Albany. Parmi celles-ci, quinze se rencontrent à Oraas : *Alisocysta circumtabulata*, *Conneximura fimbriata*, *Cordosphaeridium inodes*, *Diphyes colligerum*, *Exochosphaeridium bifidum*, *Fibradinium annetorpense*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Phelodinium magnificum*, *Spiniferites cornutus cornutus*, *S. hyperacanthus*, *S. membranaceus*, *S. multibrevis*, *S. ramosus granosus*, *S. ramosus ramosus* et *S. supparus*. L'auteur n'observe pas un remplacement important de taxa de phytoplancton à la limite Crétacé-Tertiaire. C'est plutôt le changement dans l'abondance relative de quelques espèces qui indique un changement dans l'environnement. Au Danien, on observe une abondance relative de *Spiniferites*, *Andalusiella rhombohedra* et *Micrhystridium fragile* avec le retour à des conditions marines plus ouvertes.

Archipel arctique, Canada
Ioannides (1986) a effectué une étude sur les dinoflagellés du Crétacé supérieur et du Tertiaire inférieur des îles de Bylot et de Devon, dans l'Arctique canadien. La Formation Eureka Sound est d'âge Paléocène inférieur.
1. Sur la côte du sud (« Interval IV »), l'assemblage est dominé par une ou deux espèces. Les formes les plus fréquentes sont *Cordosphaeridium*, *Thalassiphora pelagica*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Palaeoperidinium pyrophorum*. La structure monospécifique de ces associations peut refléter l'environnement changeant près de la côte avec des fluctuations de salinité. Certaines espèces plus tolérantes à une salinité variable peuvent mieux s'adapter et devenir dominantes.
2. À Twosnout Creek (« Interval IVa »), la diversité des dinoflagellés est également limitée, mais les espèces sont représentées par beaucoup de spécimens. Il y a également des populations monospécifiques indiquant probablement un dépôt près de la côte. *Cerodinium diebelii*, *C. speciosum*, *Cordosphaeridium inodes*, *C. exilimurum*, *Thalassiphora pelagica*, *Palaeoperidinium pyrophorum*, *Areoligera*, *Glaphyrocysta* sont abondants.

Inde
Mehrotra & Sarjeant (1987) ont étudié une série Crétacé-Paléocène dans le bassin de Godavari-krishna, dans l'Andhra-Pradesh. Ils ont décrit vingt-cinq espèces dont la majorité ressemble morphologiquement à des espèces décrites en Europe, Amérique du Nord et Australie. Le Paléocène comprend huit espèces dont une seule, *Fibrocysta variabilis*, est présente à Oraas, mais les genres sont similaires. En Inde, *Fibrocysta variabilis* est abondante avec *Cyclonephelium indicum* et *Glaphyrocysta texta*.

Le tableau 1 montre, à titre indicatif, le pourcentage d'espèces communes entre le gisement « selandien » d'Oraas et ceux du Danien-Selandien mondial dont la liste complète et la description viennent d'être données.

Le nombre total d'espèces communes est fonction du nombre total d'espèces déterminées et de la richesse du gisement. Il semble néanmoins que l'on puisse discerner de grandes similitudes entre

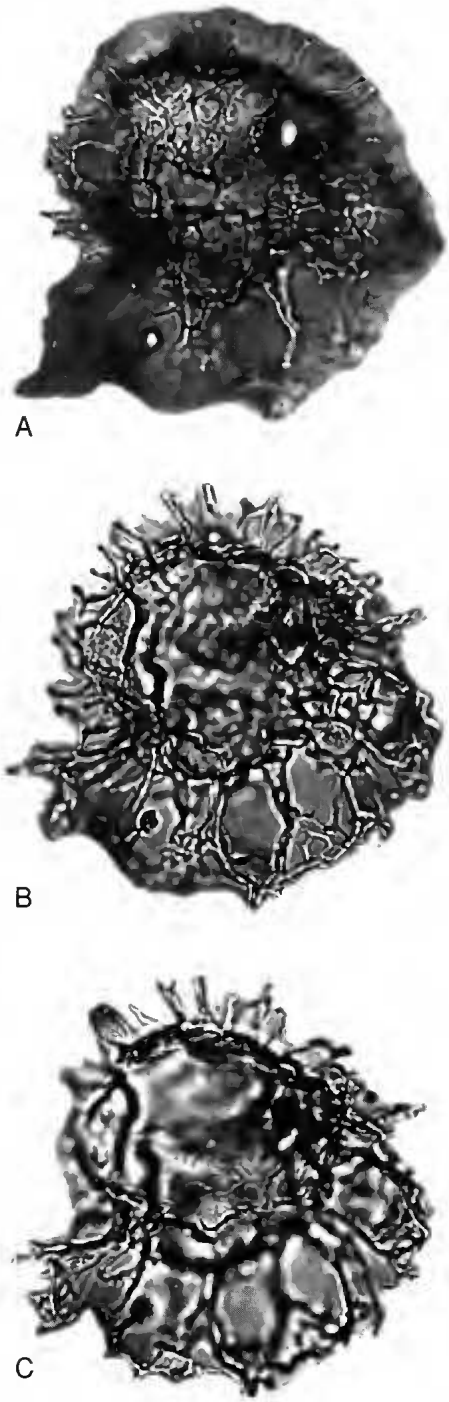

FIG. 13. — **A-C**, *Riculacysta* sp., La Cassine, lame P2-8, T22. Échelle : 10 µm.

TABLEAU 1. — Comparaison entre les dinoflagellés d'Oraas et d'autres associations du Paléocène inférieur.

Gisements	Espèces de la localité	Espèces communes avec Oraas	% espèces communes
La Cassine, France	54	22	30
Barranco del Gredero, Espagne	56	13	17
Viborg, Danemark	36	15	20
Danemark	45	16	21
Europe du Nord	19	9	12
Suède	36	12	16
Suisse	27	7	9
El Haria, Tunisie	67	15	20
El Kef, Tunisie	27	6	8
Sénégal	70	27	36
Maryland	32	11	15
Californie	70	15	20
Géorgie	62	15	20

le phytoplancton étudié et celui connu dans le Selandien d'Europe et d'Amérique du Nord. Le grand nombre d'espèces communes avec le Sénégal tient à la richesse des gisements étudiés mais concerne essentiellement des espèces ubiquistes alors que les associations sénégalaises comprennent aussi des formes restreintes à une province tropicale, absentes dans les « Calcaires inférieurs » d'Oraas.

CONSIDÉRATIONS STRATIGRAPHIQUES

Nous rappellerons brièvement d'abord la définition des biozones de dinoflagellés utilisées dans ce travail.

Pour Costa & Manum (1988), le Paléocène inférieur comprend :

– la zone D1 correspondant aux zones de nannoplancton NP1, NP2 et NP3 *pro parte*, avec, à sa base, l'apparition de *Danea californica, Fibrocysta ovalis, Hafniasphaera hyalospinosa* ;

– la zone D2 correspondant à NP3 et NP4 *pro parte* avec, à sa base, l'apparition de *Hafniasphaera cryptovesiculata, Alisocysta reticulata* ;

– la partie inférieure de la zone D3 correspondant aussi à NP4, avec, à sa base, l'apparition de *Thalassiphora delicata, Palaeotetradinium minusculum*.

La partie supérieure de la zone D3 ainsi que les zones D4 et D5 appartiennent au Paléocène supérieur.

Pour Powell (1992) qui a subdivisé le Tertiaire du domaine nord-occidental en trente-six biozones, chacune caractérisée par l'apparition d'une espèce sélectionnée et correspondant à une période de 1,8 Ma, le Paléocène comprend onze biozones. Le Paléocène inférieur ou Danien correspond, pour lui, aux zones précédentes D1 et D2 en presque totalité ainsi qu'aux zones de foraminifères planctoniques P1a à P2 et de coccolithes NP1 à NP4 ; il le subdivise en cinq biozones qu'il nomme, de la base au sommet : Cco (*Carpatella cornuta*), Tru (*Tectadodinium rugulatum*), Xlu (*Xenicodinium lubricum*), Scr (*Spiniferites cryptovesiculatus*), Cst (*Cerodinium striatum*). La base du Paléocène supérieur qui, selon lui, correspond à D3, P3a-b et NP5 est caractérisée par les zones Sde (*Spinidinium densispinatum*) et Csp (*Cerodinium speciosum*).

Williams *et al.* (1993) ont réalisé un tableau synthétique de répartition des dinoflagellés pour l'hémisphère nord. Parmi les espèces limitées au « Danien » (Paléocène inférieur, donc Danien-Selandien) dans ce tableau, trois sont présentes dans le calcaire d'Oraas. Il s'agit de *Danea californica, Conneximura fimbriata* et *Hystrichokolpoma bulbosum*.

D'après le tableau de synthèse de Powell (1992), valable surtout pour la Grande-Bretagne mais, en ce qui concerne le Paléocène, également pour l'Europe, le gisement d'Oraas appartiendrait à la zone Sde qu'il place à la base de D3 et du Paléocène supérieur, en raison de la présence de *Spinidinium densispinatum*. Or trois espèces de dinoflagellés présentes à Oraas débutent dans la zone D2 et, plus précisément, dans les zones Scr pour deux espèces (*Alisocysta reticulata* et *Cerodinium striatum*) et Cst pour une autre (*Spiniferites supparus*). Toujours d'après le tableau de Powell (1992), deux espèces présentes à Oraas, *Alisocysta circumtabulata* et *Spinidium densispinatum* apparaissent dans Sde qui coïncide avec la base de D3. Si l'on se réfère au tableau de synthèse pour l'Europe occidentale de

l'IGCP 124 (Costa & Manum 1988), *Danea californica* ne dépasse pas la zone D2. *Alisocysta reticulata* y est limitée. Quant à *Cerodinium speciosum*, il débute dans D3.

En conclusion, on peut envisager l'appartenance du sommet des « Calcaires inférieurs » d'Oraas à la zone D2 *sensu* Powell (1992) en raison de la présence d'*Alisocysta reticulata* et de *Spiniferites supparus* ou D3 en raison de celle de *Spinidinium densispinatum* et de *Alisocysta circumtabulata*. La première apparition étant, pour cet auteur, l'événement important dans la zonation, ces calcaires devraient donc être attribués à D3. Remarquons cependant que, datés par ailleurs des zones P3b et NP4, ils appartiennent au sommet du Paléocène inférieur (Selandien) et non au Thanétien, âge attribué à la zone D3 corrélée avec les zones P3a et NP5 dans le tableau de Powell.

Au contraire, si l'on retient le tableau de Williams *et al.* (1993), deux espèces, *Danea californica* et *Hystrichokolpoma bulbosum*, n'atteignent pas le quart supérieur du Danien.

D'après les pollens, l'association à *Subtriporopollenites magnoporatus* et *S. subporatus* dominants caractérise le Paléocène et l'espèce *Tetrapoliis validus* est connue depuis la zone palynologique 4 du « Dano-Montien » de W. Krutzsch *in* Döring *et al.* 1966 qui comprend les zones 1 à 7a, définies dans la formation Wülperer (Nord de l'ancienne Allemagne de l'Est).

CONCLUSION

Le sommet des « Calcaires inférieurs » d'Oraas a fourni des foraminifères planctoniques de la zone P3b (Canudo & Molina *in* Tambareau *et al.* 1994) et des coccolithes de la partie supérieure de la zone NP4 (M.-P. Aubry *in litteris*) ; ils se placent donc à la base du Selandien, le Danien étant maintenant limité aux zones P1 et P2, NP1-partie inférieure de NP4. La comparaison de son association de dinoflagellés avec les associations recensées dans divers tableaux de répartition stratigraphique des dinoflagellés en Europe paraît plus délicate à établir. En nous fondant sur les tableaux synthétiques de répartition des dinoflagellés (Costa & Manum 1988 ; Powell 1992) nous ne pouvons pas trancher au sujet de l'appartenance du sommet des « Calcaires inférieurs » étudié soit à la zone D2, soit à la zone D3. En effet, sont présentes, dans ces « Calcaires inférieurs », des espèces limitées ou ne dépassant pas la zone D2 (*Spiniferites supparus*, *Alisocysta reticulata*) ainsi que des espèces débutant dans la zone D3 (*Spinidinium densispinatum*, *Alisocysta circumtabulata*). Quant à *Danea californica*, présente à Oraas, sa limite supérieure coïncide avec la base de D3. Étant donné l'appartenance de ces formations aux zones P3b, elles devraient se placer dans la zone D3, *Alisocysta reticulata* persistant ici plus longtemps que dans les régions prises en compte dans les tableaux de répartition élaborés par Powell (1992) et *S. densispinatum* apparaissant dans la zone D3 dans ce même tableau.

Au Danien-Selandien, les dinoflagellés d'Europe et d'Amérique du Nord présentent de grandes similitudes ; cependant les comparaisons sont difficiles car les associations dépendent non seulement de la température des eaux mais également de leur profondeur.

Remerciements

Les auteurs sont redevables à M.-P. Aubry, J. Canudo et E. Molina ainsi qu'à L. Hottinger pour leurs déterminations des coccolithes, des foraminifères planctoniques et des foraminifères benthiques qui ont permis une datation précise de ce gisement. La coupe des « Calcaires inférieurs » est fortement inspirée du dessin de Ph. Razin et J. Roger qui nous ont accompagnées sur le terrain et que nous remercions. Nous remercions également les deux rapporteurs, J. Dejax et E. Masure, pour leur conseil.

RÉFÉRENCES

Benson D. G. 1976. — Dinoflagellate taxonomy and biostratigraphy at the Cretaceous-Tertiary boundary, Round Bay, Maryland. *Tulane Studies in Geology and Paleontology* 12: 169-233.

Boltenhagen C. 1966. — *Contribution à l'étude stratigraphique et structurale du flanc nord de l'Anticlinal de Saint-Palais (Basses-Pyrénées)*. Thèse 3e cycle, Paris. 248 p.

Brinkhuis H. & Leereveld H. 1988. — Dinoflagellate cysts from the Cretaceous/Tertiary boundary

sequence of El Kef. Northwest Tunisia. *Review of Palaeobotany and Palynology* 56: 5-19.

Brinkhuis H. & Zachariasse W. J. 1988. — Dinoflagellate cysts, sea level changes and planktonic foraminifers across the Cretaceous-Tertiary boundary at El Haria, Northwest Tunisia. *Marine Micropaleontology* 13: 153-191.

Cookson I. C. 1965. — Cretaceous and Tertiary microplankton from southeastern Australia. *Proceedings of the Royal Society of Victoria* 78: 137-141.

Costa L. I. & Manum S. B. 1988. — The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1-D15) and the Miocene (D6-D20), *in* Vinken R. (ed.), The Northwest European Tertiary Basin, *Geologisches Jahrbuch* A 100: 321-330.

Damassa S. P. 1979a. — Eocene dinoflagellates from the coastal belt of the Franciscan complex, Northern California. *Journal of Paleontology* 53: 815-840.

— 1979b. — Danian dinoflagellates from the Franciscan complex, Mendocino County, California. *Palynology* 3: 191-207.

— 1984. — Morphologic variability and paraplate configuration of the dinoflagellate genus *Danea* Morgenroth, 1968. *Palynology* 8: 51-69.

De Coninck J. 1975. — Organic-walled microfossils from the Upper Danian and Middle Paleocene of Southern Sweden. *Geologische Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 97: 326-333.

De Coninck J. & Smit J. 1982. — Marine organic-walled microfossils at the Cretaceous-Tertiary boundary in the Barranco del Gredero (S. E. Spain). *Geologie en Mijnbouw* 61: 173-178.

De Klasz I., De Klasz S., Colin J.-P., Jan du Chêne R., Ausseil-Badie J., Bellion Y. & Peypouquet J.-P. 1988. — Apports de la micropaléontologie (foraminifères, ostracodes, dinoflagellés) à la connaissance stratigraphique et paléoécologique de la Formation des Madeleines (Danien du Sénégal). *Cahiers de Micropaléontologie* 2 : 5-27.

Delacotte O. 1982. — *Étude magnétostratigraphique et géochimique de la limite Crétacé-Tertiaire de la coupe de Bidart (Pyrénées-Atlantiques)*. Thèse, Paris, n° 8218, 162 p.

Döring H., Krutzsch W., Mai D. H. & Schulz E. 1966. — Die Sporenstratigraphische Gliederung des älteren Tertiär im nördlichen MittelEuropa (Paläozän-Mitteloligozän). Methodische grundlagen und gegenwärtiger stand der Untersuchugen. *Abhandlungen des zentralen geologischen Instituts* H 8: 112-149.

Drugg W. S. 1967. — Palynology of the Upper Moreno Formation (Late Cretaceous-Paleocene) Escarpado Canyon, California. *Palaeontographica* B 120: 1-71.

Firth J. V. 1987. — Dinoflagellate biostratigraphy of the Maastrichtian to Danian interval in the U. S. geological survey, Albany core, Georgia, U. S. A. *Palynology* 11: 199-216.

Fondecave-Wallez M. J. 1994. — Les séquences de dépôt des Marnes de Nay (Maastrichtien supérieur) près d'Oraas (Pyrénées-Atlantiques) et leur chronologie. *Strata* (1) 6: 113, 114.

Gruas-Cavagnetto C., Tambareau Y. & Villatte J. 1992. — Découverte de pollens, dinoflagellés et foraminifères dans le Danien des Petites Pyrénées : implications sur la position de la limite Crétacé-Tertiaire. *Geobios* Mémoire spécial 14 : 19-28.

Hansen J. M. 1977. — Dinoflagellate stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maastrichtian and Danian deposits from Denmark. *Bulletin of the geological Society of Denmark* 26: 1-26.

— 1979a. — A new dinoflagellate zone at the Maastrichtian/Danian boundary in Denmark. *Danmarks geologische Undersogelse*, ARBOG 1978: 131-140.

1979b. — Dinoflagellate zonation around the boundary: 136-141, *in* Birkelund T. & Bromley R. G. (eds). *Cretaceous-Tertiary boundary events. I. The Maastrichtian and Danian of Denmark*. University of Copenhagen.

He Cheng-Quan 1984. — Some new genera of Late Cretaceous to Eocene microphytoplankton from western Tarim Basin in Southern Xinjiang. *Acta Palaeontologica Sinica* 23: 768-774.

Heilmann-Clausen C. 1985. — Dinoflagellate stratigraphy of the Uppermost Danian to Ypresian in the Viborg 1 borehole, Central Jylland, Denmark. *Danmarks geologische Undersogelse* A 7: 1-39.

— 1994. — Review of Paleocene dinoflagellates from the North Sea region. *Geologischa Föreningens Stockholm Förhandlingar* 116: 51-53.

Hultberg S. U. 1985. — *Dinoflagellate studies of the Upper Maastrichtian and Danian in Southern Scandinavia*. Department of Geology, University of Stockholm, 189 p.

— 1986. — Danian dinoflagellate zonation, the C-T boundary and the stratigraphical position of the fish clay in Southern Scandinavia. *Journal of Micropaleontology* 5: 37-47.

Ioannides N. S. 1986. — Dinoflagellate cysts from Upper Cretaceous-Lower Tertiary sections, Bylot and Devon Islands, Arctic Archipelago. *Geological Survey of Canada* 371: 1-25.

Jan du Chêne R. 1977. — Palynostratigraphie (Maastrichtien-Eocène inférieur) des flyschs du Schlieren (Canton d'Owald, Suisse centrale). *Revue de Micropaléontologie* 20 : 147-156.

— 1988. — Étude systématique des kystes de dinoflagellés de la Formation des Madeleines (Danien du Sénégal). *Cahiers de Micropaléontologie* 2 : 147-231.

Kjellstrom G. & Hansen J. M. 1981. — Dinoflagellate biostratigraphy of the Cretaceous-Tertiary boundary in Southern Scandinavia. *Geologiska Föreningens Stockholm Förhandlingar* 103: 271-278.

Kothe A. 1990. — Paleogene dinoflagellates from Northwest Germany. Biostratigraphy and

Paleoenvironment. *Geologisches Jahrbuch* A 118: 1-111.

Mao Shaozhi & Norris G. 1988. — Late Cretaceous to Early Tertiary Dinoflagellates and Acritarchs from the Kashi area, Tarim Basin, Xinjiang Province, China. *Royal Ontario Museum, Life Sciences Contributions* 150: 1-92.

Médus J., Feist M., Rocchia R., Batten D. J., Boclet D., Colombo F., Tambareau Y. & Villatte J. 1988. — Prospects for recognition of the palynological Cretaceous/Tertiary boundary and an iridium anomaly in nonmarine facies of the eastern Spanish Pyrénées: a preliminaty report. *Newsletter Stratigraphy* 18 (3): 123-138.

Mehrotta N. C. & Sarjeant W. A. S. 1987. — Late Cretaceous to Early Tertiary dinoflagellate cysrs from Narasapur Well-1, Godavarikrishna Basin, South India. *Geobios* 20 : 149-191.

Meyer K. J. 1988. — The description of the interregional zonation of the Paleogene (SP zones 1-8). Pollen and spores, *in* Vinken R., The Northwest European Tertiary Basin, *Geologishes Jahrbuch* A 100: 288-294.

Morgenroth P. 1968. — Zur kenntnis der Dinoflagellates und Hystrichosphaeridien des Danien. *Geologisches Jahrbuch* 86: 533-578.

Powell A. 1992. — *A stratigraphic index of Dinoflagellate cysts*, Chapman & Hall Editors, London & New York, 289 p.

Roche E. 1969. — Étude palynologique de sédiments du Montien continental et du Landénien supérieur en Hainaut. *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie* 78 : 131-146.

Serra-Kiel J., Hottinger L., Caus E., Drobne K., Ferrandez C., Jauhri A. K., Less G., Pavlovec R., Pignatti J., Samso J. M., Schaub H., Sirel E., Strougo A., Tambareau Y., Tosquella J., Zabrevskaya E. 1997. — Larger Foraminifera biostratigtaphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bulletin de la Société géologique de France* (sous presse).

Soncini M.-J. & Rauscher R. 1988. — Associations de dinokystes du Maastrichtien-Paléocène phosphaté au Maroc. *Bulletin des centres de recherches Exploration-Production, Elf-Aquitaine* 12 : 427-450.

Stanley E. A. 1965. — Upper Cretaceous and Paleocene plant microfossils and Paleocene dinoflagellates and hystrichosphaerids ftom Northwestern South Dakota. *Bulletins of American Paleontology* 49: 179-384.

Tambareau Y., Canudo J., Gruas-Cavagnetto C., Hottinger L. & Molina E. 1994. — Excursion to Béarn: Narp, Nouts-Oraas, Gave d'Oloron valley *in Meeting in Aspet, Field trip guide book*, Sept. 1994: 33-39.

Tambareau Y., Hottinger L., Rodriguez J., Villatte J., Babinot J.-F., Colin J.-P, Garcia E., Rocchia R. & Guerrero N. 1977. — Communautés fossiles benthiques aux alentouts de la limite Crétacé/Tertiaire dans les Pyrénées. *Bulletin de la Société géologique de France* 160 : 795-804.

Thomsen E. & Heilmann-Clausen C. 1985. — The Danian-Selandian boundary at Svejstrup with remarks on the biostratigraphy of the boundary in westrern Denmark. *Bulletin of the geological Society of Denmark* 33: 341-362.

Wall D., Dale B., Lohmann G. P. & Smith W. K. 1977. — The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from tegions in the North and South Atlantic Oceans and adjacent seas. *Marine Micropaleontology* 2: 121-200.

Williams G. L. 1977. — Dinocysts: theit paleontology, biostratigraphy and paleoecology: 1231-1235, *in Oceanic Micropaleontology*, Ramsay, A. T. S. Edition, London.

Williams G. L., Stover L. E. & Kidson E. J. 1993. — Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic-Cenozoic Dinoflagellate taxa in the Northern hemisphere. *Geological Survey of Canada*, Papet 92-10: 1-137.

Wilson G. J. 1971. — Observations on European Late Cretaceous Dinoflagellate cysts: 1259-1275, *in* Farinacci A. (ed.), *Proceedings of the second Planktonic Conference, 1970*. Tecnoscienza, Roma.

Soumis pour publication le 13 octobre 1997 ;
accepté le 10 novembre 1997.